



**ZAKŁAD WYKONAWSTWA SIECI ELEKTRYCZNYCH KRAKÓW
SPÓŁKA AKCYJNA**

31-223 Kraków ul. Pachońskiego 9

PRACOWNIA PROJEKTOWA

tel.(012) 415 77 67, faks (012) 633 18 95

e-mail: zwse@zwse.com.pl <http://www.zwse.com.pl>

Nr. Proj. SK/02/001/E

DOKUMENTACJA TECHNICZNA
POWTARZALNEJ STACJI TRANSFORMATOROWEJ
TYPU „, STKL-2T/p ” O NAPIĘCIU 17,5 kV
I MOCY DO 2 × 630 kVA
TOM I
CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

	Imię i nazwisko	Podpis
Opracował:	mgr inż. Andrzej Smorağ	
Projektant część elektryczna:	mgr inż. Jerzy Halek upr bud Nr ewid. 217/2002 Uprawniony do projektowania, nadzorowania i kierowania robotami elektrycznymi bez ograniczeń	
Sprawdził Kierownik Pracowni:	Adam Paczyński Nr upr. BPP. Upr – 336/79 Uprawniony do projektowania, nadzorowania i kierowania robotami elektrycznymi bez ograniczeń	
Zatwierdził:	mgr inż. Stanisław Górka Nr upr. RP-Upr. 394/92	

Kraków 2004-05-24

2. Spis tomów dla kompletnej dokumentacji stacji „STKL- 2T/p”

- 1. Tom I – Część elektryczna – Nr. Proj. SK/02/002/E**
2. Tom II –Część Architektoniczna i Budowlana –Nr. Proj. SK2/002/B

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

3. Spis treści

1. Strona tytułowa.....	1
2. Spis tomów dla kompletnej dokumentacji stacji „STKL– 2T/p”	2
3. Spis treści.....	3
4. Opis techniczny	5
4.1. Zakres opracowania	5
4.2. Opracowania związane	5
4.3. Charakterystyka stacji.....	6
4.4. Rozdzielnica SN, dobór wkładek, typy głowic kablowych	7
4.4.1 Rozdzielnica SN	7
4.4.2. Dobór wkładek bezpiecznikowych.....	7
4.4.3. Typy głowic stosowane w rozdzielni SN	9
4.5. Rozdzielnica nn.....	9
4.6. Komora transformatora	11
4.7. Przepusty kablowe	12
4.8. Uziemienie stacji.....	12
4.8.1 Uziemienie wewnętrzne	12
4.8.2 Uziemienie zewnętrzne.....	13
4.9. Ochrona przepięciowa i odgromowa	14
4.10. Instalacja elektryczna	15
4.11. Sprzęt ochronny	15
4.12. Montaż urządzeń.....	15
4.13. Obsługa stacji	15
4.14. Uwagi końcowe	16
5. Oświadczenie projektanta.....	17
6. Oświadczenie sprawdzającego	18
7. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	19
8. Rysunki.....	22
8.1. Plan sytuacyjny – dołączany przy konkretnej lokalizacji stacji	rys nr E1-p
8.2. Warianty wyposażenia	rys nr E2-p
8.3. Schemat ideowy stacji STKL-2T/s z rozdzielnią w izolacji SF-6	rys nr E3-p

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

8.4. Elewacja rozdzielni RS i nn	rys nr E4-p
8.5. Plan wypustów kablowych	rys nr E5-p
8.6. Plan rozmieszczenia urządzeń, połączeń kablowych oraz instalacja elektryczna z z rozdzielnią RS-17,5	rys nr E6-p
8.7. Przekrój B-B, Połączenia SN i nn, z rozdzielnią RS-17,5	rys nr E7-p
8.8. Rzut poziomy stacji, plan instalacji uziemiającej	rys nr E8-p
8.9. Widok przestrzenny, szczegóły połączeń uziemień	rys nr E9-p
8.10. Szczegóły 1, 2, 3 do rys. nr E7	rys nr E10-p

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

4. Opis techniczny

4.1. Zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest dokumentacja techniczna na wyposażenie elektryczne kontenerowej prefabrykowanej stacji dwu-transformatorowej STKL-2T/p produkcji ZWSE Kraków S.A. W skład wyposażenia powyższej stacji wchodzi: 4-polowa rozdzielnica 17,5 kV w izolacji SF-6, dwa transformatory o mocy do 630 kVA, dwie rozdzielnice niskiego napięcia.

Budynek wraz z technologią montażu ujęty został w części budowlanej związanej z niniejszym opracowaniem.

4.2. Opracowania związane

Na całość dokumentacji stacji transformatorowej „STKL-2T/p” składają się następujące tomy:

- Tom I (Część Elektryczna),
- Tom II (Część Architektoniczno – Budowlana).

Aby dokumentacja typowa wyrobu spełniała wymogi formalno – prawne projektu budowlanego dla konkretnego obiektu, należy niniejsze opracowanie adaptować uzupełniając następujące dane:

1. Właściwy schemat ideowy stacji z doбором typu oraz ilości pól SN, nn, mocy transformatora, relacji połączeń kablowych SN oraz typ zastosowanych głowic kablowych.
2. Sytuację stacji na aktualnym podkładzie geodezyjnym, załączyć jako rysunek oznaczony w spisie treści E1-p.
3. Na aktualnym planie sytuacyjnym obejmującym uzbrojenie podziemne należy przedstawić plan uziemienia stacji transformatorowej i wyprowadzeń kabli - (projekt zagospodarowania terenu).
4. Obliczenia oporności uziemienia stacji.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	---	---------------------------

4.3. Charakterystyka stacji

Stacja STKL-2T/p może być stosowana w sieciach średniego napięcia jako elektroenergetyczna stacja 2-transformatorowa dla zasilania odbiorców komunalnych i przemysłowych. W stacji mogą być zabudowane dwa transformatory o mocy do 630 kVA każdy, rozdzielnica 17,5 kV w izolacji powietrznej, dwie rozdzielnice niskiego napięcia.

Zastosowane rozwiązania pozwoliły na minimalizację gabarytów stacji oraz pełną prefabrykację u producenta. Pozwala to na ograniczenie kosztów zajęcia terenu oraz kosztów budowy i eksploatacji.

Standardowo stacja STKL-2T/p jest wyposażona w 4-polową rozdzielnicę SN w izolacji powietrznej RS-17,5kV Un=15kV, dwie rozdzielnice nn typu RN-ZWSE oraz wskaźnik przepływu prądu zwarciovego (SMZ-2).

Na życzenie zamawiającego możliwa jest zabudowa urządzeń dodatkowych takich jak:

- bateria kondensatorów
- układ pomiarowy półpośredni z przekładnikami nn
- tablica oświetlenia ulicznego

Rozdzielnice SN i nn są montowane bezpośrednio do płyty posadzkowej za pomocą marek montażowych. Masa wyposażenia stacji to ok. 400 kg.

Wymiary zewnętrzne stacji w wersji „p” wynoszą: 5,88 m × 2,24 m × 3,27 m (wymiary z obrysem dachu: 6,08 m × 2,44 m × 3,27 m dla dachu czterospadowego oraz 6,08 m × 2,44 m × 2,48 m dla dachu płaskiego).

Parametry stacji:

- | | |
|---|--------------|
| - maksymalna moc stacji | 2×630 kVA |
| - napięcie znamionowe | 17,5 kV, |
| - prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych SN | 630 A |
| - moc zwarcia szyn zbiorczych dla 15kV | 250 MVA |
| - odporność na działanie łuku wewnętrznego WN | 16 kA (0,5s) |
| - klasa znamionowa obudowy | 10 |
| - stopień ochrony | IP43 |

Stacja oraz jej rozwiązania charakteryzują się:

- zwartą budową i dużą pewnością działania aparatury łączeniowej
- małym gabarytem budynku stacyjnego umożliwiającemu łatwiejszy montaż i wkomponowanie go w istniejącą zabudowę.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

Obsługa urządzeń odbywa się wewnątrz stacji, montaż i demontaż transformatora poprzez drzwi w komorze trafo. Gabaryty budynku wraz z technologią jego montażu ujęte zostały w tomie II – Architektura.

4.4. Rozdzielnica SN, dobór wkładek, typy głowic kablowych

4.4.1 Rozdzielnica SN

W stacjach transformatorowych STKL-2T/p przewidziano zabudowę rozdzielnicy SN, dopuszczonej do eksploatacji na terenie danego Zakładu Energetycznego i posiadającej odpowiedni atest. Pola transformatorowe zabezpieczone są bezpiecznikami prod. ABB, SIBA lub prod. EFEN. W myśl normy PN-EN-61 330 wymaga się, aby każdy zestaw transportowy rozdzielnicy SN posiadał badanie niepełne, zwane badaniami wyrobu. Powinny one być przeprowadzone w zakładzie wytwórczym w celu potwierdzenia jakości wykonania i zagwarantowania zgodności wyrobu z jego prototypem, który przeszedł badania typu z wynikiem pozytywnym. Wszystkie pola rozdzielnicy SN przewidziane do zabudowy są całkowicie osłonięte, co zabezpiecza obsługę przed działaniem łuku elektrycznego.

4.4.2. Dobór wkładek bezpiecznikowych

Moce znamionowe transformatorów [kVA]	Napięcie znamionowe 15 [kV]
	Prąd znamionowy bezpiecznika [A]
100	10
160	16
250	20
315	25
400	31,5
630	50

Dobór bezpieczników SN przeprowadza się zgodnie ze wzorem:

$$I_{bSN} \geq (1,6 \div 2) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} U_N}$$

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	---	---------------------------

Dane techniczne dla **RS-17,5 kV/ZWSE** :

Rozdzielnica RS-17,5 kV/ZWSE jest to rozdzielnica małogabarytowa w izolacji powietrznej z izolowanym mostem szynowym. Rozłączniki: KLS oraz KLFS produkcji Felten & Guillaume.

Dane znamionowe pól RS-17,5:

- napięcie znamionowe	17,5 kV
- napięcie probiercze o częstotliwości sieciowej	38 kV
- częstotliwość znamionowa	50 Hz
- napięcie probiercze udarowe piorunowe	95 kV,
- znamionowy prąd ciągły szyn zbiorczych i pól rozłączników	630 A
- znamionowy prąd ciągły pola transformatorowego	63 A
- prąd znamionowy 1 s wytrzymywany	16 kA
- prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	40 kA
- prąd znamionowy załączalny wytrzymywany	40 kA
- odporność łukowa przy zwarciu wewnętrznym	16 kA (0,5s)
- stopień ochrony	IP 3X

Rozdzielnica RS-17,5 kV/ZWSE posiada **Atest** IEL-0356/2/NWM/03.

Dane techniczne dla innych zastosowanych rozdzielnic SN wg dokumentacji techniczno ruchowych dołączonych do wyrobu. W polach odpływowych SN należy zabudować sygnalizator miejsca zwarcia (SMZ-2) z lampką sygnalizacyjną umieszczoną na zewnątrz budynku stacji transformatorowej.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

4.4.3. Typy głowic stosowane w rozdzielni SN

Zestawienie stosowanych typów głowic i ich producentów w zależności od zastosowanego typu i przekroju kabla dla rozdzielnic RS

Typ kabla	Typ głowic SN	Producent
HAKnFtA 3x120mm ² /15kV,	EPKT 24C3 MIH2-CEE01	Raychem
HAKnFtA 3x240mm ² /15kV,	EPKT 24D3 MIH2-CEE01	Raychem
XUHAKXs 1x120mm ² /15kV,	POLT 24D/1XI	Raychem
	93-EB 63-1PL	3M
	ITK 224	EuroMold
XUHAKXs 1x240mm ² /15kV	POLT 24D/1XI	Raychem
	93-EB 63-1PL	3M
	K400LB-GB-240(K)M-12-2	EuroMold
YHAKXs 1x120mm ² /15kV,	POLT 24D/1XI + RICS 5133	Raychem
	93-EB 63-1PL	3M
	ITK 224	EuroMold
YHAKXs 1x240mm ² /15kV,	POLT 24D/1XI	Raychem
	93-EB 63-1PL	3M
	ITK 224	EuroMold

4.5. Rozdzielnicza nn

W opracowaniu przewidziano ustawienie dwóch rozdzielni nn typu RN-ZWSE produkcji ZWSE Kraków S.A. o wymiarach 110x207x25 cm. Rozdzielnicza przeznaczona jest do rozdziału energii elektrycznej 230/400V, o mocy dostosowanej do transformatora 630 kVA. Rozdzielnicza posiada **atest** nr 0748/NWM/04. Pole zasilające wyposażono w rozłącznik główny SALIT 1600, lecz w zależności od specyfikacji zamówienia, można również zbudować alternatywnie rozłączniki izolacyjne R-1250, INP-1250, INP-1600, OETL 1250, SALIT 1250.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	---	---------------------------

Pola odpiływowe rozdzielni wyposażone są rozłączniki izolacyjne bezpiecznikowe typu NH-LA-LEI-00/1N/2N/3N prod EFEN lub SL-2 i SL-3 prod. Jean Mueller. Na życzenie zamawiającego można wykonać rozdzielnicę wyposażoną w rozłączniki izolacyjne bezpiecznikowe typu SLK serii FastLine prod. ABB lub SLBM, ARS prod. Apator lub innych producentów. Rozdzielnice RN-ZWSE są standardowo wyposażone do 10 pól odpiływowych. W przypadku zastosowania rozdzielnicy z mniejszą ilością pól, pola rezerwowe zostają zaślepione. Po uzgodnieniu można zastosować rozdzielnicę z zabudowaną aparaturą do półpośredniego pomiaru energii. Zgodnie z wytycznymi ZEK S.A. zastosowano pomiar prądu znamionowego i maksymalnego, bazujący na 3 przekładnikach prądowych 1200/600A oraz amperomierzu cyfrowym EAM1 rejestrującym obciążenie maksymalne.

Połączenie rozdzielni nn z transformatorem wykonano przewodami 4x2xYKY 185 mm²/1 kV, dla trafo o mocy do 400 kVA oraz 4x2xYKY 240 mm²/1 kV dla trafo powyżej 400 kVA.

Dane techniczne:

– Napięcie znamionowe	400 V
– Napięcie probiercze częstotliwości sieci	2500 V
– Częstotliwość znamionowa	50 Hz
– Prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych i pola trafo.	1200 A
– Prąd znamionowy ciągły pola odpiwowego	160/250/400/630 A
– Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany	20 kA (1s)
– Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	44 kA
– Stopień ochrony	IP 3X

Rozdzielnica przystosowana jest do zasilania sieci w układzie TN-C.

Na życzenie zamawiającego rozdzielnica może być przystosowana do zasilania sieci pracującej w układzie TN-S.

Schemat ideowy rozdzielnicy nn znajduje się na rys. nr E3-p widok rozdzielnicy RN-ZWSE przedstawiono na rys nr E4-p.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

4.6. Komora transformatora

Gabaryty komór transformatorowych umożliwiają wstawienie transformatorów o mocy do 630 kVA i szerokości nie przekraczającej 105 cm. Transformatory ustawione jest na szynach jezdnych ułożonych na posadzce i zabezpieczony przed przesuwaniem blokadą kół. Komory transformatorowe oddzielona są od pomieszczenia ruchu elektrycznego zespolonym ustawieniem rozdzielni SN i nn (rozdzielnie nn i SN mają wspólny korytarz obsługi).

Komory transformatorowe posiadają zabudowaną żelbetową wannę umieszczoną pod transformatorem umożliwiającą zatrzymanie całości oleju w razie jego wycieku. Podłoga komór transformatorowych posiada 1% spadek.

W drzwiach komór zastosowano barierki ochronne drewniane \varnothing 47 pomalowane na żółto. Barierki montowane są na uchwytych na wysokości 60 cm oraz 110 cm od poziomu podłogi, na górnej zawieszona jest tabliczka ostrzegawcza z napisem „Pod napięciem”.

Odpowiednie chłodzenie transformatorów zapewniają otwory wentylacyjne z żaluzjami w drzwiach stacji.

Po stronie średniego napięcia transformatory połączone są z rozdzielnią SN kablem 3x YHAKXS 1x70mm²/20 kV. Przewidziano alternatywne rozwiązania zakończenia kabli osprzętem firmy: Raychem Euromold lub 3M (szczegóły przedstawia rys nr. E7). Kable SN mocowane są do ściany uchwytyami UKZ. Na zaciskach strony pierwotnej transformatora zabudowane są asymetrycznie rozki do zakładania uziemiaczy przenośnych, wg rys nr E7-p.

Zestawienie stosowanych typów głowic i ich producentów w zależności od typu i przekroju kabla

Typ kabla	Typ głowic ŚN	Producent
YHAKXs 1x70mm ² /20kV (przy rozdzielnicy SN z RS)	POLT 24C/1XI	Raychem
	92-EB62-1CR	3M
	ITK 124	EuroMold
YHAKXs 1x70mm ² /20kV (przy transformatorze)	POLT 24C/1XI	Raychem
	92-EB62-1CR	3M
	ITK 124	EuroMold

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	---	---------------------------

4.7. Przepusty kablowe

Wyprowadzenia kablowe SN i nn przygotowane są podczas prefabrykacji Fundamentu Skrzyniowego FS-p. W miejscach wyjść kablowych zostają osłabione miejsca, co umożliwia wybicie ich w zależności od kierunku podejść kabli, prefabrykowane przepusty kablowe umożliwiają zabudowę rur DVK $\varnothing 125$ dla kabli SN oraz $\varnothing 110$ dla kabli nn. Uszczelnienia rur przepustowych w fundamencie należy wykonać np. materiałem uszczelniającym typu Sikaflex –PRO 3 WF produkcji SIKA Poland. Szczegóły uszczelniania kabli w rurach (w zależności od rodzaju występujących kabli) pokazano na rysunku nr *E10-p*.

4.8. Uziemienie stacji

4.8.1 Uziemienie wewnętrzne

Wewnętrzna instalacja uziemiająca stacji została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, a więc normą PN - EN 61330 oraz wydanymi przez Enion S.A. Oddział Kraków „Wytycznymi budowy uziemienia stacji transformatorowych SN/nn jedno transformatorowych”.

Główna szyna uziemiająca wykonana z bednarki żelaznej ocynkowanej 40 x 5 mm usytuowana jest na wewnętrznych ścianach stacji. Jest ona połączona z uziomem stacji.

Do głównej szyny uziemiającej podłączono:

- Rozdzielnicę SN – 15 kV w dwóch miejscach na jej początku i końcu bednarką Fe/Zn 40 x 5 mm.
- Obudowę rozdzielniczy nn również bednarką Fe/Zn 40 x 5mm. Szyna PEN w/w rozdzielniczy połączona jest metalicznie z obudową w dwóch miejscach.
- Zbrojenie fundamentu bednarką Fe/Zn 40 x 5 mm (na miejscu montażu).
- kadź transformatora (oraz dodatkowo jego pokrywę, gdy posiada zacisk uziemiający), elementy konstrukcyjne przegród metalowych, metalowe ościeżnice drzwi –przewodem LYg35 mm².

Połączenie uziemienia wewnętrznego stacji do uziomu (uziemienia zewnętrznego) zrealizowano bednarką ocynkowaną Fe/Zn 40 x 5 mm wyprowadzoną w trzech miejscach poprzez specjalne otwory przygotowane podczas prefabrykacji fundamentu skrzyniowego

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------

FS-s, usytuowane poniżej poziomu posadzki Połączenia powyższe z uziomem zrealizowano w sposób następujący:

- połączenie punktu neutralnego transformatora dla realizacji uziemienia roboczego z pominięciem głównej szyny uziemiającej,
- dwa połączenia głównej szyny uziemiającej dla realizacji uziemienia ochronnego za pomocą zacisków kontrolnych ZK
- Połączenie z uziomem stacji wykonać poprzez spawanie i zabezpieczyć antykorozyjnie. Bliższe szczegóły pokazano na rys nr E8-p dołączonych do dokumentacji.

W komorze transformatorowej po obu stronach drzwi zostały umieszczone uchwyty ZU do podpięcia uziemiaczy przenośnych. Są one przyspawane do głównej szyny uziemiającej i odpowiednio wygięte i odsunięte od ściany umożliwiając dogodne założenie uziemiaczy. Rozdzielnica SN posiada wykonane fabrycznie uziemniki a rozdzielnica RN-ZWSE ma wyprowadzone uziemiacze na dole obudowy podłączone do szyny uziemiającej.

Rezystancja uziemienia roboczego i ochronnego stacji powinna zostać (przez projektanta adaptującego stację) dobrana zgodnie z wymaganiami prenormy SEP PSEP-E-001.

4.8.2 Uziemienie zewnętrzne

Optymalny dobór uziemienia zewnętrznego stacji transformatorowej polega na przyjęciu rozwiązania gwarantującego jego parametry zgodnie z obowiązującymi przepisami, a tym samym zachowanie bezpieczeństwa przeciwporażeniowego w stacji. Uziom zewnętrzny należy ułożyć wokół budynku na głębokości 1m. Wykop należy wykonać w odległości 1m od obrysu zewnętrznego budynku.

Przybliżone obliczenie wartości zastosowanego uziemienia w stacji (uziom wewnętrzny, zewnętrzny-otokowy oraz cztery szpilki). Do obliczenia wartości oporności uziomu poziomego (bednarki) korzystamy ze wzoru:

$$R_1 = 2 \times \frac{\rho}{L} = 2 \times \frac{200}{30} = 13,33 \Omega$$

gdzie:

$\rho = 200 [\Omega m]$ - rezystywność gruntu,

$L = 30 [m]$ - długość bednarki.

Obliczenie uziomu pionowego:

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	---	---------------------------

$$R_2 = 0.9 \times \frac{\rho}{l} = 0.9 \times \frac{200}{6} = 30 \Omega$$

gdzie:

$l = 6$ [m] - długość pręta,

Obliczając rezystancję żelbetowej misy fundamentowej korzystamy ze wzoru:

$$R_3 = \frac{0.2 \cdot \rho}{\sqrt[3]{V}} = \frac{0.2 \cdot 200}{\sqrt[3]{2.02}} = 31.7 \Omega$$

gdzie:

$V = 5.8 \times 2.16 \times 0.9 - 5.64 \times 2.0 \times 0.82 = 2.02$ [m³] - objętość podstawy fundamentowej,

Obliczenie rezystancji wypadkowej (bednarki i szpilek):

$$R_w = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times \eta_2 + n \times R_2 \times \eta_1} = \frac{13.33 \times 30}{13.33 \times 0.85 + 4 \times 30 \times 0.8} = 3.73 [\Omega]$$

gdzie:

$\eta_1 = 0.8$ - współczynnik wykorzystania pręta,

$\eta_2 = 0.85$ - współczynnik wykorzystania bednarki,

$n = 4$ - ilość prętów

Zatem rezystancja wypadkowa całkowita (bednarka, szpilki i fundament):

$$R_{wc} = \frac{R_w \times R_3}{R_w + R_3} = \frac{3.73 \times 31.7}{3.73 + 31.7} = 3.33 [\Omega]$$

Do uziemienia stacji projektant wykonując projekt wykonawczy stacji powinien zaprojektować odpowiednią konfigurację uziomu zewnętrznego uwzględniając miejsce usytuowania stacji oraz warunki gruntowe, stosując uziom otokowy wykonany bednarką FeZn 40x5mm, lub uziom otokowy wykonany bednarką j.w. wspomagany pograżonymi prętami okrągłymi stalowymi o średnicy minimum Ø16 mm ocynkowanymi, lub z elektrolityczną powłoką z miedzi. Wszystkie połączenia uziomu wykonać przez spawanie, zabezpieczając je antykorozyjnie.

Po wykonaniu uziemienia należy dokonać pomiarów wartości jego oporności.

4.9. Ochrona przepięciowa i odgromowa

Aparaturę i urządzenia zamontowane w stacji należy chronić od przepięć jedynie w przypadku gdy kabel SN wychodzący ze stacji powiązany będzie z siecią napowietrzną

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	--	---------------------------

i długość kabla nie przekroczy 2 km. W polu liniowym, z którego wyprowadzamy powyższy kabel, należy wtedy zabudować komplet ograniczników przepięć typu SBK lub AZB-210.

Ochrona odgromowa budynku stacji STKL –2T nie jest wymagana.

4.10. Instalacja elektryczna

Oświetlenie pomieszczeń w budynku wykonane jest źródłami żarowymi zamontowanymi następująco: 2 szt. w pomieszczeniu obsługi SN i nn (oświetlenie pomieszczenia ruchu elektrycznego) oraz 1 szt. w komorze trafo na rozdzielnicy nn z prawej strony komory transformatorowej. Gniazdo 1-fazowe w komorze trafo umieszczone jest po prawej stronie, natomiast dla pomieszczenia SN i nn znajduje się na obudowie rozdzielnicy nn wraz zabezpieczeniami obwodowymi BiGs 25/10 i 25/6 A (małogabarytowe), obwody gniazdowe wykonane są przewodami 2,5mm². Oprawy oświetleniowe zasilone są przewodami YDY 3x1,5 mm² układanymi po konstrukcji ścianek stacji na uchwytych lub w korytkach PCV.

4.11. Sprzęt ochronny

Stacja standardowo wyposażona jest w chodniki dielektryczne. Na życzenie zamawiającego istnieje możliwość umieszczenia sprzętu BHP w pomieszczeniu ruchu elektrycznego gdzie wydzielono miejsce. W pomieszczeniu ruchu elektrycznego przewidziano miejsce na wieszak pod tzw. galanterię łączeniową (lokalizacja wg rys nr E8).

4.12. Montaż urządzeń

Pełna prefabrykacja rozdzielnic SN i nn, oraz małe gabaryty pozwalają na ograniczenie do minimum czasu ich montażu w stacji transformatorowej. Rozdzielnice SN i nn montowane są na kanałach, bezpośrednio do marek montażowych umieszczonych w płycie posadzkowej budynku.

4.13. Obsługa stacji

Bezpośrednia obsługa stacji może być wykonywana poprzez wykwalifikowany personel lub odpowiednie służby zakładu energetycznego.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	---	---------------------------

Obsługa urządzeń rozdzielni SN i nn odbywa się wewnątrz budynku ze wspólnego korytarza obsługi przy zamkniętych drzwiach celek. Wszystkie łączniki średniego i niskiego napięcia wyposażono w napędy ręczne. W drzwiach komór transformatorowych znajdują się barierki ochronne umożliwiające dokonanie bieżących oględzin transformatorów (sprawdzenie poziomu oleju itp.) bez konieczności wyłączenia spod napięcia.

Bezpieczną obsługę rozdzielnic zapewniają:

- dodatkowa przegroda izolacyjna między otwartymi stykami rozłącznika podczas przeglądu w komorze kablowej lub wymiany wkładki bezpiecznikowej w polu transformatorowym,
- izolatory reaktancyjne pozwalające na kontrolę napięcia i uzgadnianie faz,
- klapy wydmuchowe w górnej części ograniczające wzrost ciśnienia wewnątrz rozdzielnic,
- wyposażenie rozłączników w uzemienniki szybkie, których konstrukcje przystosowane są do załączania na zwarcie,
- blokady mechaniczne uniemożliwiające wykonanie nieprawidłowych manewrów łączeniowych oraz otwarcie drzwi przed załączeniem uzemiennika.

Uruchomienie rozłącznika (załóż lub wyłącz) następuje po włożeniu zdejmowanej dźwigni napędowej w gniazdo napędowe umieszczone bezpośrednio na wale rozłącznika. To samo dotyczy dźwigni napędowej do noży uzemiających.

4.14. Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z przepisami i normami obowiązującymi w Energetyce. Stacja posiada Atest nr (0023/NWM/04) wydany przez Instytut Elektrotechniki w Warszawie. Orzeczenie dotyczy zarówno części budowlanej i elektrycznej. Atest jest wydany dla ZWSE Kraków S.A. na prefabrykację i montaż stacji. Stacja transformatorowa typu STKL-2T/p spełnia wymagania norm: PN-EN 61330 „Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie”; PN-EN 60298:2000 rozdzielnice prądu przemiennego w obudowie metalowej w zakresie badań łukowych wg IEC 1330 (1995) (Aneks AA).

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	---	---------------------------

5. Oświadczenie projektanta

Ja nizej podpisany projektant oświadczam, że Projekt Budowlany pt. „Powtarzalnej stacji transformatorowej typu „STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA – TOM I część elektryczna” sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Ze względu na specyfikę obiektu oraz rodzaj prac budowlanych w procesie budowy jest wymagane sporządzenie planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia (BIOZ).

Kierownik budowy zobowiązany jest do wykonania planu BIOZ na podstawie informacji dotyczącej Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia, uwzględniając specyfikę projektowanego obiektu, która jest dołączona do niniejszego projektu.

.....
(podpis, pieczęć projektanta)

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	--	---------------------------

6. Oświadczenie sprawdzającego

Ja niżej podpisany sprawdzający oświadczam, że Projekt Budowlany pt. „Powtarzalnej stacji transformatorowej typu „STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x 630 kVA – TOM I część elektryczna” sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Ze względu na specyfikę obiektu oraz rodzaj prac budowlanych w procesie budowy jest wymagane sporządzenie planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia (BIOZ).

Kierownik budowy zobowiązany jest do wykonania planu BIOZ na podstawie informacji dotyczącej Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia, uwzględniając specyfikę projektowanego obiektu, która jest dołączona do niniejszego projektu.

.....
(podpis, pieczęć sprawdzającego)

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	Nr. Proj. SK2/01/E
--------------	--	---------------------------

7. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Prefabrykowana stacja transformatorowa STKL-2T/p
o napięciu 17,5 kV i mocy do 630 kVA.

Opracował:
Jerzy Halek
ZWSE Kraków S.A.
31-223 Kraków
ul. Pachońskiego 9

Tom I

Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych
Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA

Nr. Proj. SK2/01/E

1. Zakres robót

Budowa wewnętrznej stacji transformatorowej 17,5 (24) / 0,4 kV typu STKL, budowa linii kablowej SN-15 kV typu 3 x XUHAKXS 1x120 mm² zasilającej stację trafo, budowa powiązania niniejszej stacji z siecią kablową nn, kablami nn typu YAKY .

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- wykopy pod skrzynię fundamentową,
- ustawienie skrzyni fundamentowej,
- budowa wewnętrznej stacji transformatorowej STKL,
- zasypywanie wykopów i przywrócenie terenu do stanu pierwotnego.

2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

- linia kablowa SN-15 kV,
- sieć kablowa nn.

3. Elementy mogące stwarzać zagrożenia

- linia kablowa SN-15 kV,
- linia kablowa NN,
- rozdzielnia SN i NN,
- prace montażowe przy użyciu dźwigu i w promieniu jego działania.

4. Przewidywane zagrożenia

Przy podłączaniu kabli SN i NN do stacji transformatorowej może wystąpić zagrożenie porażenia prądem elektrycznym za skutkiem śmiertelnym (wymagany **plan BIOZ**). Podczas prowadzenia prac budowlanych związanych z układaniem kabla SN pod drogą może dojść do potrącenia przez przejeżdżający samochód (wymagany **plan BIOZ** i **Projekt Organizacji Ruchu**). Prace przy wykopach pod stacją transformatorową i linie kablowe nie wymagają sporządzenia planu BIOZ z uwagi na małą głębokość wykopów.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	---	---------------------------

5. Sposób prowadzenia instruktażu

Prace szczególnie niebezpieczne lub w pobliżu urządzeń energetycznych prowadzi się na pisemne polecenie wydane przez uprawnionego pracownika Zakładu Energetycznego. Pracownicy pracujący przy budowie urządzeń energetycznych powinni posiadać odpowiednie kwalifikacje. Kierownik budowy ma obowiązek przedstawić zagrożenia wynikające w czasie prowadzenia prac budowlanych oraz przygotować i przeprowadzić instruktaż na temat przestrzegania przepisów BHP i udzielania pierwszej pomocy.

6. Wskazanie środków zapobiegających niebezpieczeństwom

- przed dopuszczeniem do eksploatacji stacji transformatorowej należy ją wyposażyć w sprzęt ochronny BHP.
- wyłączyć i uziemić urządzenia energetyczne
- wywiesić tablice ostrzegawcze o treści „**Nie załączać**”,
- egzekwować od pracowników stosowanie właściwych środków ochrony indywidualnej – odzieży i obuwia roboczego oraz właściwych narzędzi i sprzętu,
- opracować organizację ruchu w przypadku budowy linii kablowej przez drogę,
- ściśle stosować się do uzgodnień branżowych,
- W czasie eksploatacji stacji transformatorowej należy dbać o sprawne działanie instalacji oświetleniowej w stacji,
- wymiana bezpieczników w polu średniego napięcia transformatora winna odbywać się dwuosobowo przy pomocy kleszczy izolacyjnych, po otwarciu drzwi blaszanych do pola trafo po uprzednim rozłączeniu rozłącznika,
- zastosować w drzwiach wejściowych do komory trafo i pomieszczenia ruchu zamki wyposażone we wkładki typu „Master Key” KR 23 celem zabezpieczenia przed dostaniem się do wnętrza stacji osób niepowołanych,
- nie wolno pozostawiać bez dozoru żadnych otwartych drzwi do stacji transformatorowej.

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	---	---------------------------

8. Rysunki

Tom I	Dokumentacja Techniczna powtarzalnych stacji transformatorowych Typu STKL-2T/p o napięciu 17,5 kV i mocy do 2x630 kVA	<i>Nr. Proj. SK2/01/E</i>
--------------	--	---------------------------